

Fe-Cr-Ni основе, дополнительно легированная Co, Mo, Ti и Al, предназначенная для изготовления высокопрочной проволоки тонких и тончайших сечений (сталь 03X14H11K5M2ЮТ).

Рассмотрим изменение механических и физических свойств аустенитной стали 03X14H11K5M2ЮТ на всех этапах обработки.

На первом этапе рассматриваемой технологии – аустенитизации – установлено, что микроструктура исследуемой стали 03X14H11K5M2ЮТ после закалки от температур 800-1300 °С состоит практически из 100% аустенита. Наилучшей температурой нагрева под закалку с точки зрения оптимального сочетания прочностных и пластических свойств является температура 1000 °С. Механические свойства после закалки составляют:

$\sigma_{\text{в}} = 540$ МПа, $\sigma_{0,2} = 245$ МПа, $\delta = 65$ %, $\psi = 85$ %.

Дальнейшей технологической операцией является деформирование волочением. Особенностью легирования исследуемой аустенитной стали является низкое содержание углерода и легирование такими элементами как, Ni и Co, уменьшающее степень закрепления дислокаций, что позволяет проводить высокие суммарные пластические деформации. Наличие деформационно-метастабильного аустенита, протекание мартенситных превращений и ТРИП-эффекта позволило проводить холодную пластическую деформацию с чрезвычайно высокими степенями обжатия ($\epsilon = 2,32$; 3,20; и порядка 5) и получать в структуре нанокристаллическое состояние. Электронно-микроструктурные исследования метастабильной аустенитной стали позволили установить причину её высокой пластичности, обусловленную совместным действием равномерного скольжения, микродвойникования и мартенситных превращений с интенсивностью, обеспечивающей образование субмикроструктур мартенсита. Так, исследуемая сталь была протянута с диаметра 14,3 мм на диаметр 2,77 мм; с диаметра 7,0 мм на диаметр 0,5 мм; с диаметра 3,0 мм на диаметр 0,15 мм без промежуточных смягчающих обработок, при этом прочностные свойства составляли:

- $\sigma_{\text{в}} = 1480$ МПа, $\sigma_{0,2} \approx 1200$ МПа, $\delta \approx 4$ % на диаметре 2,77 мм;
- $\sigma_{\text{в}} \approx 2000-2150$ МПа, $\sigma_{0,2} \approx 1000-1400$ МПа, $\delta \approx 2$ % на диаметре 0,5 мм;
- $\sigma_{\text{в}} \approx 2200-2150$ МПа, $R_{\text{узл}} \approx 50$ % на диаметре 0,15 мм.

Таким образом, интенсивной холодной пластической деформацией удаётся повысить прочностные свойства более чем в 4 раза. Дополнительно увеличить прочностные свойства и сформировать высокий комплекс физикомеханических свойств на проволоке или готовых изделиях позволяет последеформационное старение. Старение деформированной стали вызывает дополнительное повышение механических свойств, которое связано с процессами распада мартенсита деформации.

Получение повышенного количества аустенитной фазы в образцах исследуемой стали может привести к занижению степени упрочнения при последующем старении. Естественно изменение твердости связано в первую очередь с процессом распада пересыщенных твердых растворов.

После закалки, деформации $\epsilon = 2,32$ и старения при 500°С механические свойства составляют: $\sigma_{\text{в}} = 2480$ МПа, $\sigma_{0,2} = 1900$ МПа, $\psi = 45$ %, $\delta = 2$ % на диаметре 2,77 мм; $\sigma_{\text{в}} = 2850-3000$ МПа, $R_{\text{узл}} > 50$ % на диаметре 0,15 мм.

УДК 669:620.18

Определения балла зерна стали компьютерными методами

Студент гр.104215 Бислюк Л.В.

Научный руководитель – Анисович А.Г.

Белорусский национальный технический университет
г.Минск

Цель работы: проанализировать этап определения размера зерна стали и оценить эффективность методики определения балла зерна стали компьютерными методами.

За последнее десятилетие разрешены основные проблемы полной автоматизации количественного микроанализа с использованием принципа сканирования структуры и телевизионной техники. Созданы надёжно работающие промышленные устройства, автоматически анализирующие структуру, с использованием методов стереометрической металлографии. Это открывает весьма широкие перспективы дальнейшего развития и распространения методов.

Стандартной методикой определения размера и балла зерна стали является ГОСТ 5639-82 Методы выявления и определения величины зерна.

- Визуального сравнения видимых под микроскопом зерен с эталонами шкал;
- Подсчета количества зерен, приходящихся на единицу поверхности шлифа, с определением среднего диаметра и средней площади зерна;
- Подсчета пересечений границ зерен отрезками прямых с определением среднего условного диаметра в случае равноосных зерен, количества зерен в 1 мм^3 в случае неравноосных зерен;

- Измерение длин хорд под микроскопом или с использованием микрофотографий с определением относительной доли зерен определенного размера;
 - Ультразвуковым;
- Указанные методы применяются для оценки величины зерна, имеющего форму, близкую к равноосной.

Существующие программы обработки изображений и их возможности

Назначение и возможности программы ВидеоТесТ – Размер 5.0

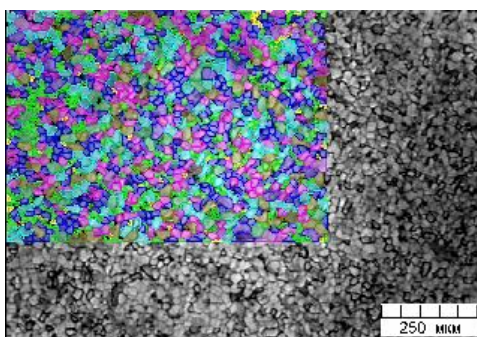
Программа ВидеоТесТ – Размер 5.0 предназначена для работы с изображениями, а также сериями изображений в составе одного документа. Программа обеспечивает широкие возможности для проведения измерений, редактирования и преобразования изображений

Назначение и возможности программы Autoscan Areas

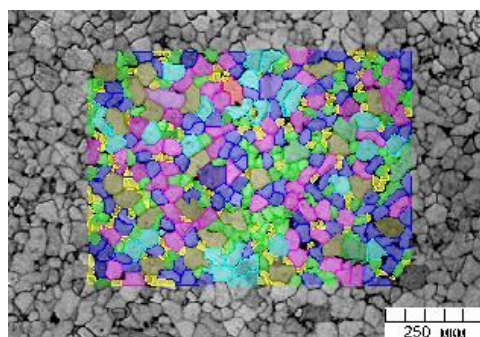
Программа Autoscan Areas (AS Areas) предназначена для измерения площадей определенных зон на изображениях. Она позволяет производить ручное выделение требуемых зон по их яркостным и цветовым характеристикам с одновременным автоматическим вычислением их площадей.

Назначение и возможности программы Autoscan Objects

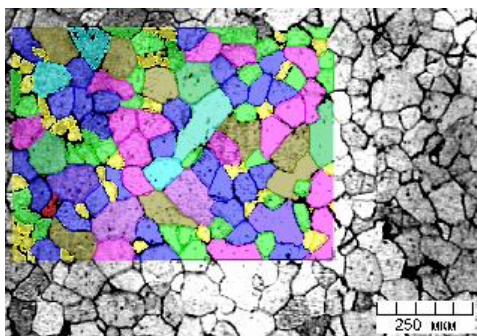
Программа Autoscan Objects предназначена для морфологического анализа изображений. Она позволяет производить ручное, полуавтоматическое и автоматическое выделение объектов на полутоновых и цветных изображениях и их автоматическую классификацию по заданным параметрам.



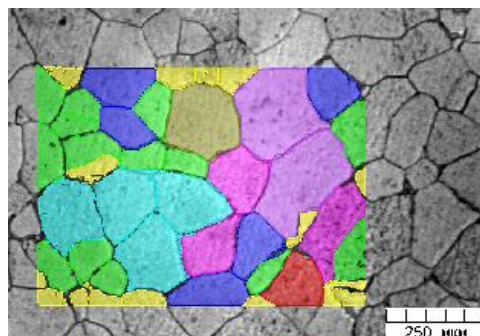
№1



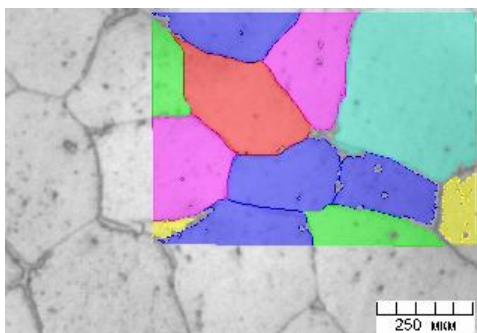
№2



№3



№4



№5

Назначение и возможности программы SIAMS 700™ предназначена для анализа макро- и микро-структуры материалов: металлов и сплавов, стекла, керамики и др.

Новая табличная технология обеспечивает определение количественных характеристик макро- и микроструктур материалов; статистический анализ и автоматическое создание отчетов по результатам исследования; составление атласов цифровых эталонных изображений. Система содержит готовые модули для автоматизированного решения типовых задач материаловедения.

Программный пакет ImageSP предназначен для сканирования изображений при помощи электронных микроскопов и научных камер, а также последующей обработки полученных изображений и серий изображений.

Определение балла зерна St_0 в специализированном модуле программ обработки изображений «IMAGE – SP».

Для получения результатов измерений в реальных единицах измерения была произведена калибровка системы. Все образцы были исследованы при увеличении 100.

Таблица1 – Подсчет количества зерен

№образца St_0	N	Внутр.	Пересеч.	Кол-во в 0.5 мм ²	Кол-во в 1 мм ²	Ср. пло- щадь	Ср. диа- метр
№1	1(G = 8)	986	77	1023	2046	0,00049	0,0221
№2	1(G = 7)	377	49	400	800	0,00125	0,035
№3	1(G = 5)	108	36	125	250	0,004	0,063
№4	1(G = 3)	26	23	36	72	0,0139	0,118
№5	1(G = 1)	8	5	9	18	0,056	0,236

Результаты значений стали St_0 соответствуют значениям шкал ГОСТ 5639-82 Методы выявления и определения величины зерна.

УДК 621.785

Структурная наследственность сталей

Студент гр. 104216 Рысенков А.И.
Научный руководитель – Пучков Э.П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является усиление внимания к проблеме наследования размера зерна у сталей при термической обработке

Структурная наследственность для сталей играет очень важное значение. В современном мире мало какая деталь, изготовленная из сталей и цветных металлов, не подвергается термической обработке. Но мало её провести, нужно знать правильные режимы, исходя из химического состава и требуемых свойств материала, а также иметь понятие о тех превращениях, которые протекают в материале детали.

Одна из главных задач проведения термической обработки – получение требуемого уровня механических свойств, и, в свою очередь, фактор который оказывает на это существенное влияние это размер зерна матрицы металла, полученный в ходе проведения термической обработки. Иногда получение требуемого балла зерна вполне предсказуемо и не составляет никакой сложности, но также имеет место, когда вместо ожидаемых размеров зерна стальной матрицы бываю получены совсем иные результаты. Учёными были исследованы такие моменты и выяснилось, что стали способны наследовать не только размер, но и форму зёрен, которую они имели до начала проведения термической обработки, несмотря на то, что исходя из химического состава стали, при данной термической обработке должны быть получены иные результаты.

Вот некоторые существенные аспекты проявления и удаления структурной наследственности сталей:

1) Все проявления структурной наследственности существенно зависят от исходной структуры стали; трудности с исправлением структуры и вида излома возникают при исходных структурах кристаллографически упорядоченного типа. Нельзя рассчитывать в этом случае на обязательное или полное исправление структуры доэвтектической стали в результате нагрева лишь незначительно выше точки A_{c3} – исправление структуры и излома может быть только частичным или совершенно отсутствовать.

2) Существенное значение для успеха исправляющей структуру обработки имеет скорость нагрева в температурном интервале образования аустенита. Ускоренный нагрев способствует получению более мелкозернистой структуры; медленный нагрев может и совсем не изменить величину зерна аустенита по сравнению с исходной структурой.

3) Химический состав также оказывает большое влияние на размер зерна аустенита, а значит и самой стали после термической обработки. Так содержание, главным образом, алюминия в стали делает её